

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ  
ВОЛОЧЕНИЕМ СТУПЕНЧАТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ  
УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОРОВ-ВОЛНОВОДОВ  
ТРУБЧАТОГО ТИПА ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ НЕПРОХОДИМОСТИ  
КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ**

**Алексеев Ю.Г., Королёв А.Ю., Минченя В.Т., Будницкий А.С.**  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

В качестве альтернативы дорогостоящим и травматическим процедурам устранения непроходимости артерий нижних конечностей у больных с диабетом предложен новый метод разрушения внутрисосудистых образований. Метод основан на применении ультразвукового оборудования, основным компонентом которого является ступенчатый концентратор-волновод трубчатого типа, обеспечивающий возможность подачи жидкости в зону обработки через внутреннюю полость.

Диаметры ступеней разработанного трубчатого концентратора-волновода составляют – 1,5 мм, 1,3 мм и 1,0 мм. В качестве исходной заготовки для формообразования ступенчатого трубчатого элемента концентратора-волновода (рисунок 1) целесообразно использовать трубку диаметром 1,5 мм с толщиной стенки 0,25 мм из коррозионностойкой стали 12Х18Н10Т. Анализ конструкции трубчатого элемента показывает, что наиболее приемлемым методом формирования требуемого количества ступеней на заготовке в виде трубки малого диаметра с толщиной стенки 0,25 мм является волочение. В случае, когда требуется только уменьшение диаметра трубки без изменения толщины стенки применяется безоправочное волочение. При безоправочном волочении вытяжка за один проход составляет 1,1–1,5 и ограничивается устойчивостью профиля или прочностью выходящей трубы.

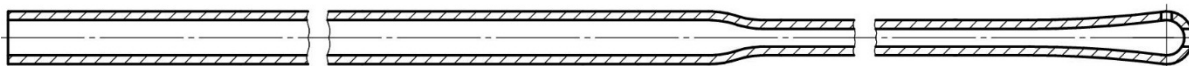


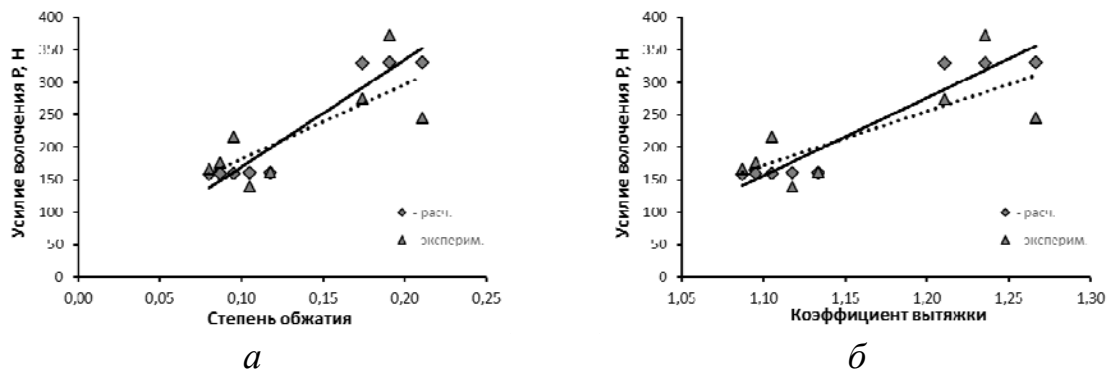
Рисунок 1 – Конструкция ступенчатого трубчатого элемента концентратора-волновода

Целью данной работы являлось исследование процесса формообразования ступенчатых поверхностей концентраторов-волноводов методом волочения.

В результате исследования режимов формообразования ступенчатых поверхностей трубчатого концентратора-волновода устанавливались зависимости режимов волочения образцов на изменение усилия волочения и микротвердость материала. В соответствии с разработанным маршрутом выполнялось волочение пяти экспериментальных образцов. Кроме того,

дополнительно выполнялось волочение образцов с единичными обжатиями, значительно превышающими рекомендованные значения: 1,4–1,2 мм, 1,3–1,1 мм, 1,2–1,0 мм. Каждый образец предварительно отжигался при температуре 1100°C.

Зависимости, характеризующие влияние расчетных и экспериментальных значений усилия волочения от характеристик деформации, представлены на рисунке 2. С повышением степени деформации и коэффициента обжатия происходит постепенное повышение усилия волочения. При увеличении степени обжатия с 0,08 до 0,21 усилие волочения увеличивается в 1,5 раза. Полученные экспериментальные значения усилия волочения хорошо согласуются с расчетными.



*а – от степени обжатия; б – от коэффициента вытяжки*  
 Рисунок 2 – Влияние усилия волочения от степени обжатия и коэффициента вытяжки

Повышение степени обжатия приводит к существенному повышению микротвердости и, соответственно, прочности материала (рисунок 3). При степени деформации 0,08 микротвердость исследуемого материала повышается на 25 % относительно исходного отожженного состояния, а при степени деформации 0,21 – на 44 %. Таким образом, для достижения высоких прочностных характеристик материала целесообразно выполнять обработку с высокой степенью деформации, однако при этом необходимо учитывать, что прикладываемое для волочения усилие не должно вызывать появления напряжений, превышающих предел текучести.

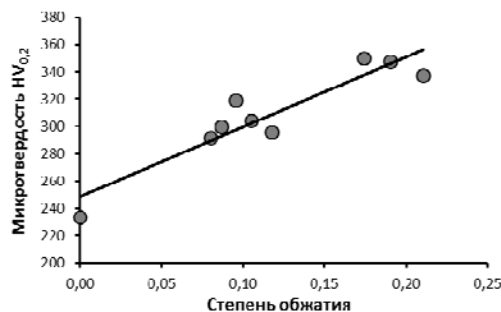


Рисунок 3 – Влияние степени обжатия на микротвердость образцов полученных волочением